Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 17, No. 5, Dec- Jan 2021, p. 863-873

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۷، شماره ۵، آذر- دی ۱۴۰۰، ص. ۸۷۳ -۸۶۳

مقاله پژوهشی

بررسی ویژگی‌های ضدباکتریایی، آنتی‌اکسیدانی و پایداری اکسایشی روغن حاوی اسانس بذر گشنیز

نگین غظنفری[۱]- سید علی مرتضوی[۲]- فریده طباطبایی یزدی[۲]- مرتضی محمدی[۳*]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۶/۰۵
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۶/۱۹

چکیده

با توجه به مقاومت گونه‌های میکروبی به آنتی‌بیوتیک‌های رایج و عوارض ناخواسته آنتی‌اکسیدان‌های سنتزی، تلاش برای معرفی ترکیبات طبیعی دارای فعالیت ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدانی رو به افزایش است. در این پژوهش آزمایشگاهی فعالیت آنتی‌اکسیدانی و اثر ضدمیکروبی اسانس بذر گشنیز مورد بررسی قرار گرفت. میزان ترکیبات فنولی کل اسانس با استفاده از معرف فولین سیوکالتو اندازه‌گیری شد. فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس با آزمون رادیکال گیرندگی بررسی و با آنتی‌اکسیدان سنتزی بوتیل هیدروکسی تولوئن مقایسه شد و پایداری اکسایشی آن با اندازه‌گیری اندیس پراکسید طی هشت روز نگهداری در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد بررسی گردید. پایداری حرارتی روغن سویای حاوی اسانس بذر گشنیز به کمک دستگاه رنسیمت در دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد و جریان هوای ۱۰ لیتر بر ساعت اندازه‌گیری شد. اثر ضدمیکروبی اسانس بذر گشنیز علیه دو باکتری *استافیلوکوکوس اورئوس* و *سودوموناس آئروژینوزا* نیز مورد بررسی قرار گرفت. ترکیبات شیمیایی اسانس با کمک کروماتوگرافی گازی–طیف سنج جرمی شناسایی شد. نتایج نشان داد میزان ترکیبات فنول کل معادل ۰/۱۶۱ میلی‌گرم اسید گالیک بر ۱۰۰ گرم ماده خشک، میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی بر حسب IC_{50} برای اسانس ۳۰/۹۸۱ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر و همچنین پایداری حرارتی روغن سویا تیمار شده به اسانس بذر گشنیز ۵/۱۷ ساعت بود. بررسی نتایج آزمون‌های میکروبی نشان داد باکتری *استافیلوکوکوس اورئوس* (گرم مثبت) حساسیت بیش‌تری نسبت به اسانس بذر گشنیز در مقایسه با باکتری *سودوموناس آئروژینوزا* (گرم منفی) داشت. تعداد ۵۰ ترکیب در اسانس بذر گشنیز شناسایی شد که بیش‌ترین ترکیب تشکیل‌دهنده آن لینالول (۴۹ درصد) بود و پس از آن ترپینولن (۷ درصد) و آلفا پینن (۶/۸ درصد) قرار داشتند.

واژه‌های کلیدی: اسانس گشنیز، حداقل غلظت مهار کنندگی، قدرت رادیکال گیرندگی، پایداری اکسایشی روغن.

مقدمه

از مهم‌ترین چالش‌های پیش روی علم پزشکی، بیماری‌های عفونی و مسمومیت‌ها است که به تبع آن تولید و مصرف آنتی‌بیوتیک‌های جدید و رایج را افزایش می‌دهد. با افزایش مصرف آنتی‌بیوتیک‌های رایج شاهد شیوع و گسترش گونه‌های میکروبی مقاوم به آنتی‌بیوتیک‌ها هستیم که بوجود آمدن این گونه‌های مقاوم، روند درمان بیماری‌های عفونی را طولانی و پرهزینه می‌کند (Li and Webster, 2018). ترکیبات طبیعی با منشا گیاهی (اسانس‌ها و عصاره‌ها)، به‌منظور از بین بردن یا حداقل جلوگیری از رشد میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا مورد استفاده قرار گرفته‌اند. این ترکیبات که به‌صورت طبیعی در بافت‌های گیاهی وجود دارند، احتمالا به‌عنوان بخشی از مکانیسم‌های دفاعی خود در برابر هجوم میکروبی تولید شده‌اند (Rivera Calo *et al*., 2015). ترکیبات ضدمیکروبی با منبع گیاهی، توان بالقوه درمانی داشته و نه تنها در درمان بیماری‌های عفونی موثر هستند، بلکه تعداد زیادی از عوارض جانبی را که اغلب با ترکیبات ضدمیکروبی مصنوعی همراه است، کاهش می‌دهند (Zare Zardini *et al*., 2012).

اسانس‌های گیاهی، مخلوط‌های کمپلکسی از ترکیبات فرار تولید شده توسط ارگانیسم‌های زنده بوده که توسط روش‌های فیزیکی چون عصاره‌گیری و تقطیر از همه گیاه، یا بخش‌هایی از گیاه به‌دست می‌آیند. اسانس‌ها ترکیبات معطر، آب‌گریز، غلیظ و فراری هستند که در سلول‌ها، غده‌ها و مجاری ترشحی در قسمت‌های سطحی و درونی اندام‌های مختلف از جمله برگ، گل، میوه، جوانه و شاخه‌های گیاهان وجود دارند (Khalil *et al*., 2018). این ترکیبات جز متابولیت‌های ثانویه گیاهی می‌باشند که خصوصیات ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدانی آن‌ها به‌خوبی شناخته شده است (Rivera Calo *et al*., 2015).

۱ و ۲- به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی‌ارشد و استاد، گروه علوم و صنایع غذایی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، خراسان رضوی، ایران.
۳- مربی، گروه فرآوری مواد غذایی، موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی، مشهد، خراسان رضوی، ایران.
(*- نویسنده مسئول: Email: mohamadi2003@gmail.com)
DOI: 10.22067/ifstrj.v17i5.88361

از جمله این گیاهان دارویی می‌توان به گیاه گشنیز اشاره کرد. گشنیز (*Coriandrum sativum* L.) گیاهی یک ساله، علفی، معطر و متعلق به خانواده Apiaceae است. گشنیز دارای تاریخچه طولانی برای مصرف غذایی و درمانی است. این گیاه منبع غنی از ترکیبات معطر و اسانس بوده که دارای اثرات ضدباکتریایی، ضدقارچی و همچنین اثرات آنتی‌اکسیدانی است و در تهیه انواع غذا به‌عنوان ادویه استفاده می‌شود. گشنیز بومی منطقه مدیترانه بوده و به‌طور گسترده در هند، بنگلادش، روسیه، مراکش و مرکز اروپا رشد می‌کند (Mandal and Mandal, 2015). لینالول مهم‌ترین و بیش‌ترین (۷۰–۵۰ درصد) ترکیب تشکیل‌دهنده اسانس بذر گشنیز است. لینالول ترکیب مونوترپنی می‌باشد که در بسیاری از گیاهان وجود دارد و خواص ضدالتهابی، ضدانعقادی، ضددرد و ضدمیکروبی آن شناخته شده است (Peana and Moretti, 2008). طبق آمار وزارت جهاد کشاورزی در مرداد ماه ۱۳۹۷، سالانه نزدیک ۱۲۰۰۰ تن گشنیز در کشور تولید می‌شود که حدود ۱۰۰۰۰ تن در شهرستان نهاوند تولید و صادر می‌شود. تمام قسمت‌های گیاه گشنیز خوراکی هستند با این حال برگ‌های تازه و دانه‌های خشک آن بیش‌تر مصرف می‌شوند. برگ و دانه گشنیز منابع خوبی از اسانس هستند (Mandal and Mandal, 2015).

یکی از برجسته‌ترین ویژگی‌های اسانس بذر گشنیز، خاصیت ضدمیکروبی آن است. اسانس بذر گشنیز توانایی مهار طیف گسترده‌ای از میکروارگانیسم، از جمله باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی و قارچ‌ها را دارد. اثر بخشی آن بیش‌تر به‌صورت ضدباکتریایی است (Zare Zardini *et al*., 2012; Laribi *et al*., 2015). اسانس بذر گشنیز نقش مهمی در جذب و خنثی‌سازی رادیکال‌های آزاد و خاموش کردن اکسیژن واکنشگر دارد (Wangensteen *et al*., 2004; Laribi *et al*., 2015).

هدف از انجام این پژوهش بررسی پتانسیل ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدانی اسانس بذر گشنیز و معرفی آن به‌عنوان یک منبع طبیعی دارای اثر ضدمیکروبی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی است.

مواد و روش‌ها

این پژوهش در سال ۱۳۹۸ در موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی مشهد، آزمایشگاه میکروبیولوژی صنعتی و فناوری‌های نوین گروه صنایع غذایی، دانشگاه فردوسی مشهد، انجام گردید. بذر گشنیز مورد آزمایش از استان خراسان رضوی، شهر مشهد تهیه، و جنس و گونه آن در پژوهشکده علوم گیاهی دانشگاه فردوسی مشهد تایید شد. روغن سویای فاقد آنتی‌اکسیدان از کارخانه روغن نباتی سه‌گل خراسان تهیه شد.

سویه‌های میکروبی

سویه‌های میکروبی مورد استفاده در این پژوهش، از دانشکده داروسازی دانشگاه علوم پزشکی مشهد، تهیه شد. این سویه‌ها شامل باکتری گرم مثبت *استافیلوکوکوس اورئوس* (ATCC 25923) و باکتری گرم منفی *سودوموناس آئروژینوزا* (PTCC 1707) بود.

استخراج اسانس به روش تقطیر با آب

در این روش به‌منظور استخراج اسانس از دستگاه کلونجر استفاده شد. به این ترتیب که ۲۰۰ گرم بذر گشنیز آسیاب شده را در بالن با حجم ۲۰۰۰ میلی‌لیتر ریخته و به آن حدود ۱۵۰۰ میلی‌لیتر آب مقطر افزوده و عمل استخراج و اسانس‌گیری انجام شد. استخراج اسانس ۴ ساعت زمان برد. از ظرف شیشه‌ای و تیره رنگ به‌منظور نگهداری اسانس در دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد استفاده شد (Kosar *et al*., 2005).

اندازه‌گیری ترکیبات فنولی کل (TPC)[1]

میزان ترکیبات فنول کل با استفاده از معرف فولین سیوکالتو اندازه‌گیری شد. اساس کار، احیاء معرف فولین توسط ترکیبات فنولی موجود در محیط قلیایی و ایجاد کمپلکس آبی رنگ است. در این آزمون رقت ۱۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر برای اسانس تهیه شد. برای تعیین مقدار ترکیبات فنولی کل، ۰/۵ میلی‌لیتر از اسانس را با ۲/۵ میلی‌لیتر معرف فولین۱۰ درصد و ۲ میلی‌لیتر کربنات‌سدیم ۷/۵ درصد به‌خوبی مخلوط و برای مدت ۳۰ دقیقه در محلی تاریک قرار داده شد. جذب محلول به کمک اسپکتروفتومتر (UV-160 A, Uv-visible Shimadzu, Japan) در طول موج ۷۶۵ نانومتر خوانده شد. منحنی استانداردی بر حسب مقادیر (۰/۲- صفر mg/ml) اسید گالیک رسم گردید. نتایج بر اساس میلی‌گرم اسید گالیک در ۱۰۰ گرم ماده خشک بیان شد (Bajalan *et al*., 2017).

اندازه‌گیری قدرت رادیکال گیرندگی (DPPH)[2]

اساس روش رادیکال گیرندگی احیاء رادیکال آزاد DPPH به کمک آنتی‌اکسیدان‌ها می‌باشد که نتیجه این عمل، تغییر رنگ محلول DPPH از بنفش به رنگ زرد، است. برای اسانس رقت‌های ۵ و ۱۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر تهیه و از آنتی‌اکسیدان سنتزی بوتیل هیدروکسی تولوئن (BHT)[3] در غلظت‌های ۰/۵ و ۱ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر به‌عنوان کنترل مثبت استفاده شد. برای این منظور، ۱ میلی‌لیتر از محلول متانولی ۰/۵ میلی‌مولار DPPH را به ۴ میلی‌لیتر از رقت تهیه شده از اسانس اضافه و به مدت ۳۰ دقیقه در محلی

1 TPC: Total Phenolic Content
2 DPPH: 2,2-diphenyl-1-picryl-hydrazyl
1 BHT: Butylated hydroxyl toluene

تاریک در دمای اتاق قرار داده شد. سپس جذب در طول موج ۵۱۷ نانومتر قرائت گردید (Choi *et al*., 2002).

در نهایت درصد مهار رادیکال‌های DPPH با فرمول زیر محاسبه شد:

$$RSA = (A_{Control} - A_{sample} / A_{Control}) \times 100 \quad (۱)$$

در اینجا $A_{Control}$ جذب نوری نمونه فاقد اسانس و A_{sample} مقدار جذب نمونه اسانس را بیان می‌کند (Ijaz Hussain *et al*., 2008).

اندازه‌گیری پایداری اکسایشی روغن سویا تیمار شده با اسانس بذر گشنیز (OSI)[1]

محصولات ثانویه و فرار حاصل از اکسیداسیون روغن‌ها و چربی‌ها (شامل: آلدئیدها، کتون‌ها و اسیدها) را می‌توان با کمک دستگاه رنسیمت اندازه‌گیری کرد (Shahidi and Zhong, 2005). در این آزمون رقت ۰/۳ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر از اسانس تهیه و به ۵ گرم از روغن سویای تصفیه، بوگیری و رنگبری شده که فاقد آنتی‌اکسیدان بود، اضافه شد. آنتی‌اکسیدان سنتزی BHT به‌عنوان کنترل مثبت و روغن سویای بدون آنتی‌اکسیدان به‌عنوان کنترل منفی استفاده شد. مقاومت اکسایشی نمونه در دمای ۱۱۰ درجه سانتی‌گراد و سرعت جریان هوا ۱۵ لیتر بر ساعت، توسط دستگاه رنسیمت (Metrohm 743, Switzerland) اندازه‌گیری شد (Proestos *et al*., 2006).

اندازه‌گیری اندیس پراکسید (PV)[2] روغن سویا تیمار شده با اسانس بذر گشنیز

اندیس پراکسید در مدت زمان هشت روز در سه نوبت روز صفرم، چهارم و هشتم در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد اندازه‌گیری شد. برای این منظور از اسانس‌ها و آنتی‌اکسیدان سنتزی BHT (کنترل مثبت) رقت ۰/۲ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر تهیه و به ۳ گرم روغن سویای تصفیه و تخلیص شده بدون آنتی‌اکسیدان اضافه شد و نمونه‌ها در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. از روغن سویای تصفیه و تخلیص شده بدون آنتی‌اکسیدان به‌عنوان کنترل منفی استفاده شد. بر اساس روش فدراسیون بین‌المللی لبنیات (IDF)[3]، ۳/۰-۰/۰۱ گرم از نمونه را وزن کرده و به ۹/۸ میلی‌لیتر محلول کلروفرم- متانول (۳:۷ v/v) اضافه و به مدت ۴-۲ ثانیه ورتکس شد. ۵۰ میکرولیتر محلول تیوسیانات آمونیوم را اضافه و به مدت ۴-۲ ثانیه ورتکس کرده و سپس ۵۰ میکرولیتر محلول آهن (II) اضافه و ورتکس برای مدت ۴-۲ ثانیه انجام شد. بعد از گذشت ۵ دقیقه در دمای محیط، جذب نمونه و شاهد (حاوی تمام ترکیبات بجز نمونه) در طول موج ۵۰۰ نانومتر خوانده شد. منحنی کالیبراسیون به کمک رقت‌های ساخته شده از محلول کلرید آهن (III) رسم شد (Farhoosh *et al*., 2008).

شناسایی ترکیبات شیمیایی اسانس (GC-MS)

شناسایی ترکیبات اسانس با کمک دستگاه کروماتوگرافی گازی- طیف‌سنج جرمی (Konik, HRGC 5000c, Spain) با دتکتور چهارگانه و ستون DB-5 (۳۰ متر× ۰/۲۵ میلی‌متر و فاز ثابت ۰/۲۵ میکرومتر) انجام شد. دمای ستون از ۴۰ درجه سانتی‌گراد به ۲۵۰ درجه سانتی‌گراد با نرخ افزایش دما به صورت ۲/۵ دقیقه بر درجه سانتی‌گراد تنظیم شد. نمونه (۰/۱ میکرولیتر) به کروماتوگراف گازی تزریق و از گاز هلیوم به‌عنوان گاز حامل (با جریان ۱ میلی‌لیتر بر دقیقه) استفاده شد. در دستگاه طیف‌سنج جرمی انرژی یونیزاسیون ۷۰ الکترون ولت بود. خروج آلکان‌ها به‌عنوان نقاط مرجع در محاسبه شاخص‌های بازداری نسبی در نظر گرفته شد (Salehi Sourmaghi *et al*., 2014).

بررسی قابلیت ضدمیکروبی اسانس بذر گشنیز استاندارد ۰/۵ مک فارلند

برای تهیه محلول استاندارد ۰/۵ مک فارلند، به‌منظور مقایسه با سوسپانسیون میکروبی از محلول اسید سولفوریک ۱ درصد و کلرور باریم ۱/۱۷۵ درصد استفاده شد. در این روش کدورت محلول استاندارد با استفاده از اندازه‌گیری جذب در طول موج ۶۳۰ نانومتر مشخص شد. میزان جذب محلول در این طول موج باید بین ۰/۰۸ تا ۰/۱۳ باشد. استاندارد ۰/۵ مک فارلند کدورتی معادل با یک سوسپانسیون میکروبی حاوی CFU/ml ۱۰^۸ × ۱/۵ ایجاد می‌کند (McFarland, 1907).

تهیه سوسپانسیون میکروبی

به منظور تهیه سوسپانسیون میکروبی نیاز به کشت تازه از گونه‌های باکتریایی می‌باشد. برای تهیه سوسپانسیون باکتریایی ۲۴ ساعت قبل از انجام آزمایش از کشت ذخیره به محیط کشت مولر هینتون براث تلقیح گردید و به مدت ۱۸ ساعت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد گرم‌خانه‌گذاری شد (Alizadeh Behbahani and Imani Fooladi, 2018).

1 Oxidative Stability Index (OSI)
2 Peroxide Value (PV)
3 International Dairy Federation (IDF)

تعیین حداقل غلظت بازدارندگی از رشد (MIC)[1]

برای به‌دست آوردن حداقل غلظت بازدارندگی اسانس علیه باکتری‌های *استافیلوکوکوس اورئوس* و *سودوموناس آئروژینوزا*، از روش رقت‌سازی استفاده شد. رقت‌سازی نمونه به شکل متوالی در میکروپلیت ۹۶ خانه‌ای، که با کمک محیط کشت مولر هینتون آگار پر شده بود، انجام شد. رقت‌های نمونه از ۱۲۸-۰/۲۵ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر، با کمک ۰/۵ میلی‌لیتر توئین۸۰ و محیط کشت تهیه شد. رقت‌سازی به روش میکرودایلوشن انجام شد. به این‌صورت که در چاهک اول میکروپلیت ۹۶ خانه‌ای، ۱۵۰ میکرولیتر از رقت ۱۲۸ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر اضافه، سپس در تمام چاهک‌ها (به‌جز چاهک اول) ۵۰ میکرولیتر محیط کشت افزوده، در ادامه از چاهک اول ۵۰ میکرولیتر به چاهک دوم انتقال داده و رقت ۶۴ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر درست شد. بقیه رقت‌ها نیز به همین صورت تهیه گردید (Ijaz Hussain *et al*., 2008). در نهایت ۱۰ میکرولیتر سوسپانسیون میکروبی (1.5×10^8 CFU/ml) در هر چاهک اضافه و میکروپلیت در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۸ ساعت در گرم‌خانه قرار داده شد. بعد از طی ۱۸ ساعت، ۲۰ میکرولیتر معرف تری فنیل تترازولیوم کلراید[2] ۵ درصد به هر یک از چاهک‌های پلیت ۹۶ خانه‌ای افزوده و به مدت ۳۰ دقیقه مجددا در دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد، گرم‌خانه‌گذاری شد. پس از گذشت ۳۰ دقیقه، اولین غلظتی که درآن رشد میکروبی روی نداده و رنگ قرمز تشکیل نشده بود، به‌عنوان MIC گزارش شد (Alizadeh Behbahani *et al*.,2019).

تعیین حداقل غلظت باکتری‌کشی (MBC)[3]

برای تعیین حداقل غلظت باکتری‌کشی اسانس علیه *استافیلوکوکوس اورئوس* و *سودوموناس آئروژینوزا*، ۲۰ میکرولیتر از تمام چاهک‌هایی که در تست MIC رشد نکرده و فاقد رنگ قرمز بودند، روی محیط کشت مولر هینتون آگار، کشت سطحی داده و تحت شرایط مناسب با باکتری (۳۷ درجه سانتی‌گراد به مدت ۱۸ ساعت)، گرم‌خانه‌گذاری شد. رقتی به‌عنوان MBC انتخاب شد، که هیچگونه رشدی در آن مشاهده نشده بود (Alizadeh Behbahani *et al*.,2019).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

آنالیز واریانس نتایج آزمون‌ها در طرح کاملا تصادفی و مقایسه میانگین توسط آزمون چنددامنه‌ای دانکن و در سطح اطمینان $p \leq 0.05$ توسط نرم‌افزار آماری SPSS نسخه ۱۶، و رسم نمودار با نرم‌افزار Excel 2013 انجام گردید. کلیه آزمون‌ها در دو تکرار انجام شد.

1 Minimum Inhibitory Concentration (MIC)
2 Triphenyltetrazolium chloride
3 Minimum Bactericidal Concentration (MBC)

نتایج و بحث

راندمان استخراج

راندمان استخراج اسانس به صورت تقسیم وزن اسانس (گرم) بر وزن ماده خشک (گرم) ضربدر ۱۰۰ محاسبه شد. راندمان استخراج بذر گشنیز ۰/۳۰۵ درصد اندازه‌گیری شد (Tohidi *et al*., 2017).

اندازه‌گیری مقدار ترکیبات فنول کل

میزان ترکیبات فنولی موجود در اسانس بذر گشنیز ۰/۱۶۱ میلی‌گرم اسید گالیک بر ۱۰۰ گرم ماده خشک بود. ترکیبات فنولی دارای نقش آنتی‌اکسیدانی مهم به‌عنوان یک مانع خوب در برابر واکنش‌های اکسیداتیو هستند. همبستگی مثبت میان محتوای فنولی و فعالیت آنتی‌اکسیدانی منابع طبیعی (گیاهی)، توسط بسیاری از مطالعات نشان داده شده است (Kukic *et al*., 2008; Tohidi *et al*., 2017).

در مطالعه‌ای، Neffati و همکاران (۲۰۱۰)، محتوای فنولی عصاره متانولی گشنیز تونسی را بررسی کردند. برای اندازه‌گیری میزان ترکیبات فنولی کل از معرف فولین سیوکالتو استفاده شد. نتایج نشان داد میزان ترکیبات فنولی کل عصاره گشنیز تونسی، ۱/۰۴ میلی‌گرم اسید گالیک بر گرم ماده خشک اندازه‌گیری شد. Wangensteen و همکاران در سال ۲۰۰۴، مطالعه‌ای در مورد بررسی محتوای فنولی کل اسانس و عصاره اتیل استات بذر گشنیز انجام دادند. محتوای فنولی کل اسانس، ۰/۱۴ و برای عصاره بذر گشنیز ۱/۹ گرم اسید گالیک بر ۱۰۰ گرم ماده گیاهی گزارش شد.

اندازه‌گیری قدرت رادیکال گیرندگی

برای مقایسه قدرت رادیکال گیرندگی اسانس‌ها از فاکتور IC_{50} که بیان‌گر غلظت موثر از نمونه‌ها بوده و ظرفیت مهار۵۰ درصد، DPPH را دارد، استفاده شد. مقدار IC_{50} برای اسانس بذر گشنیز، ۳۰/۹۸۱ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر به‌دست آمد. آنتی‌اکسیدان BHT فعالیت رادیکال گیرندگی بالاتری نسبت به اسانس بذرگشنیز از خود نشان داد (۰/۴۱۰ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر). با افزایش غلظت اسانس، قدرت رادیکال گیرندگی آن نیز افزایش یافت. Gonzalez-Marrugo و همکاران (۲۰۱۸) فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس بذر گشنیز را مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان داد با افزایش غلظت اسانس، درصد رادیکال گیرندگی نیز افزایش یافت. در این تحقیق اثر آنتی‌اکسیدانی اسانس بذر گشنیز به ترکیبات Linalool، n-decanol، decanal، (E)-2-decenal، undecanal و nonane نسبت داده شد. امیدی

میرزائی و همکاران (۱۳۹۹) پژوهشی در ارتباط با بررسی فعالیت آنتی‌اکسیدانی اسانس دانه گشنیز با روش مهار رادیکال آزاد DPPH انجام دادند. نتایج نشان داد با افزایش غلظت اسانس دانه گشنیز، درصد مهار کنندگی رادیکال DPPH افزایش یافت.

اندازه‌گیری پایداری اکسایشی روغن سویا تیمار شده با اسانس بذر گشنیز

بررسی نتایج نشان داد، اسانس بذر گشنیز در مقایسه با روغن سویا بدون آنتی‌اکسیدان منجر به افزایش پایداری اکسایشی روغن شده بود. پایداری اکسایشی روغن سویا تیمار شده با اسانس بذر گشنیز ۵/۱۷ ساعت اندازه‌گیری شد. نمونه شاهد (روغن سویا تصفیه‌شده عاری از آنتی‌اکسیدان) دارای پایین‌ترین زمان القا (۴/۶ ساعت) و آنتی‌اکسیدان سنتزی BHT دارای بالاترین زمان القا (۶/۱ ساعت) بود. Yagci و همکاران (۲۰۱۲) اثر آنتی‌اکسیدانی اسانس آویشن زوفایی را در پایداری اکسایشی روغن پالم و روغن ذرت بررسی کردند. نتایج نشان داد در هر دو روغن افزودن اسانس آویشن، مدت زمان پایداری اکسایشی روغن‌ها را در مقایسه با روغن پالم و ذرت بدون آنتی‌اکسیدان (کنترل منفی) افزایش داده بود، به‌طوری‌که با افزایش غلظت اسانس مدت زمان پایداری حرارتی روغن‌ها نیز افزایش یافته بود. Rezaie و همکاران (۲۰۱۵) اثر اسانس پوست بنه در پایداری اکسایشی روغن آفتابگردان تصفیه شده را بررسی کردند. در این مطالعه از BHT و آلفا توکوفرول به‌عنوان کنترل استفاده شد. زمان القا برای روغن آفتابگردان بدون آنتی‌اکسیدان ۱/۹۶ ساعت مشاهده شد. P_f برای اسانس، BHT و آلفا توکوفرول به‌ترتیب ۰/۹۱، ۲/۳۰ و ۶/۲ حاصل شد.

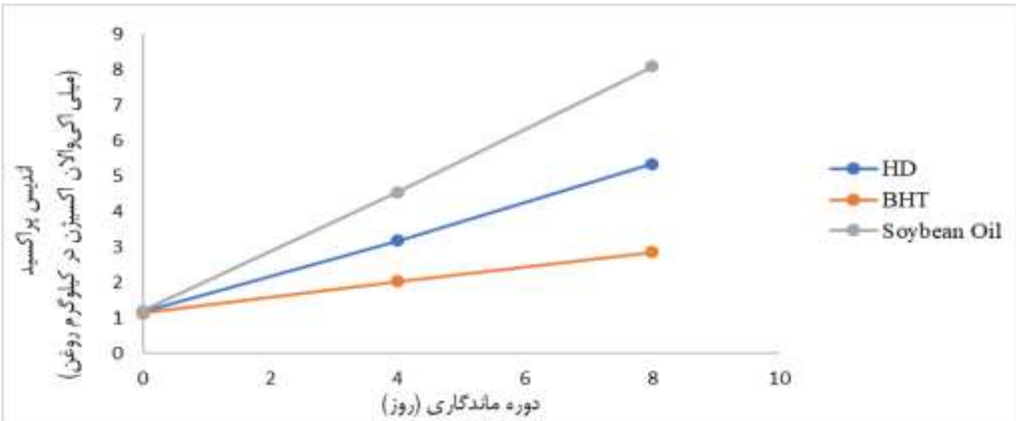
جدول ۱- نتایج راندمان استخراج، ترکیبات فنول کل، قدرت رادیکال گیرندگی و پایداری اکسایشی روغن سویا تیمار شده با اسانس بذر گشنیز

نمونه‌ها	Yield %	TPC (mg GAE/100g)	IC_{50} (mg/ml)	OSI (h)
اسانس بذر گشنیز	۰/۳۰۵±۰/۰۱۳	۰/۱۶۱±۰/۰۰۵	۳۰/۹۸۱±۰/۰۰۸^{a}	۵/۱۷±۰/۰۲۸^{b}
BHT	_	_	۰/۴۱۰±۰/۰۰۲^{b}	۶/۱۰±۰/۰۴۲^{a}
روغن سویا	_	_	_	۴/۶۰±۰/۲۸۲^{c}

اندازه‌گیری اندیس پراکسید روغن سویا تیمار شده با اسانس بذر گشنیز

اندیس پراکسید در طول دوره نگهداری در دمای ۶۰ درجه سانتی‌گراد تا پایان روز هشتم در تمامی نمونه‌ها افزایش یافت. که علت این موضوع حضور ترکیبات ناپایدار است که مستعد اکسیداسیون هستند. اندیس پراکسید نمونه شاهد که عاری از آنتی‌اکسیدان بود، تا پایان روز هشتم به بالاترین سطح خود رسید. کم‌ترین مقدار پراکسید برای آنتی‌اکسیدان سنتزی BHT مشاهده شد.

Sadeghi و همکاران (۲۰۱۵) پایداری اکسایشی روغن سویا را با کمک اسانس چویر بررسی کردند. نتایج نشان داد با افزایش غلظت اسانس در روغن سویا، اندیس پراکسید کاهش یافته بود. Farahmandfar و همکاران (۲۰۱۸)، پژوهشی در ارتباط با کاربرد اسانس به‌لیمو در پایداری اکسایشی روغن آفتابگردان انجام دادند. نتایج نشان داد با افزایش غلظت اسانس در روغن آفتابگرادن، اندیس پراکسید کاهش یافته بود. روغن حاوی اسانس به‌لیمو نتایج بهتری در مقایسه با BHT از خود نشان داد.



شکل ۱- اندازه‌گیری اندیس پراکسید اسانس بذر گشنیز

آزمون‌های میکروبی

تعیین حداقل غلظت بازدارندگی از رشد (MIC)

حداقل غلظت بازدارندگی از رشد اسانس بذر گشنیز علیه باکتری‌های *استافیلوکوکوس اورئوس* و *سودوموناس آئروژینوزا* به‌ترتیب ۳۲ و ۶۴ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر به‌دست آمد. طبق نتایج حاصل از بررسی حداقل غلظت بازدارندگی از رشد، بالاترین فعالیت اسانس بذر گشنیز علیه *استافیلوکوکوس اورئوس* با کم‌ترین مقادیر MIC مشاهده شد، که نشان‌دهنده حساسیت بیش‌تر این باکتری به اسانس بذر گشنیز می‌باشد. رشد باکتری گرم مثبت نسبت به باکتری گرم منفی در غلظت‌های کم‌تری از اسانس متوقف شده بود، بنابراین می‌توان نتیجه گرفت باکتری گرم مثبت حساسیت بیش‌تری نسبت به اسانس بذر گشنیز در مقایسه با باکتری گرم منفی دارد. این امر به تفاوت در ساختار دیواره سلولی باکتری‌های گرم مثبت و گرم منفی نسبت داده می‌شود. این موضوع با نتایج تحقیق ایجاز حسین و همکاران (۲۰۰۸)، Karakaya و همکاران (۲۰۱۲) و Goldbeck و همکاران (۲۰۱۴) مطابقت داشت. غشا خارجی باکتری‌های گرم منفی دارای سطحی هیدروفیلیک بوده که از نفوذ ترکیبات آبگریز جلوگیری می‌کند (Rivera Calo *et al*., 2015) در حالی‌که انتهای لیپوفیلیک، اسید لیپوتئیکوئیک غشا سلولی باکتری‌های گرم مثبت، نفوذ ترکیبات آبگریزی مانند اسانس را تسهیل بخشیده، که منجر به حساسیت بیش‌تر این باکتری‌ها به ترکیبات ضدمیکروبی می‌گردد (Karakaya *et al*., 2012). برومند و همکاران (۱۳۸۷) اثر ضدمیکروبی اسانس دانه گشنیز را بر روی سه میکروارگانیسم بیماری‌زا غذایی شامل *استافیلوکوکوس اورئوس، اشرشیا کلی و سالمونلا تیفی‌موریوم* بررسی کردند. در این تحقیق از آزمایش حساسیت رقت در محیط مایع و محیط کشت‌های مولرهینتون آگار و براث استفاده شد. نتایج نشان داد که *استافیلوکوکوس اورئوس* حساس‌ترین و *سالمونلا تیفی‌موریوم* مقاوم‌ترین باکتری به این اسانس بود. Espina و همکاران (۲۰۱۱) مطالعه‌ای درمورد اثر سه اسانس از مرکبات تجاری (پرتقال، لیمو و نارنگی) روی تعدادی از میکروارگانیسم بیماری‌زا و عامل فساد مواد غذایی انجام دادند. نتایج نشان داد، در تست MIC اسانس نارنگی اثر ضدمیکروبی قوی روی هر سه بیماری‌زا گرم منفی داشت، در صورتی‌که اسانس‌های پرتقال و لیمو هیچگونه اثر بازدارندگی از رشد روی این سه باکتری نداشتند. هر سه اسانس با کم‌ترین غلظت MIC تاثیر ضدمیکروبی قوی روی باکتری گرم‌مثبت مورد آزمون از خود نشان دادند.

تعیین حداقل غلظت باکتری‌کشی (MBC)

حداقل غلظت کشندگی اسانس بذر گشنیز علیه *استافیلوکوکوس اورئوس* و *سودوموناس آئروژینوزا*، به‌ترتیب ۶۴ و ۱۲۸ میلی‌گرم بر میلی‌لیتر حاصل گردید. در آزمون حداقل غلظت‌کشندگی، کم‌ترین مقدار MBC که بیانگر حساسیت بیش‌تر باکتری به ماده ضدمیکروبی است، برای *استافیلوکوکوس اورئوس* به‌دست آمد. همچنین *سودوموناس آئروژینوزا*، باکتری مقاوم به اسانس بذر گشنیز بود، چرا که بیش‌ترین مقدار MBC را به‌خود اختصاص داد. Ijaz Hussain و همکاران (۲۰۰۸) اثر ضدمیکروبی اسانس ریحان را روی چهار سوش باکتری متشکل از دو باکتری گرم مثبت، دو باکتری گرم منفی و پنج گونه قارچی بررسی کردند. نتایج تست‌های ضدمیکروبی نشان داد باکتری‌های گرم مثبت حساس‌ترین میکروارگانیسم به اسانس ریحان و مقاوم‌ترین میکروارگانیسم به این اسانس، *موکور موکدو* گزارش شد.

جدول ۲- نتایج آزمون‌های میکروبی اسانس بذر گشنیز

باکتری‌ها	اسانس بذر گشنیز	
	MIC (mg/ml)	MBC (mg/ml)
استافیلوکوکوس اورئوس	۳۲	۶۴
سودوموناس آئروژینوزا	۶۴	۱۲۸

شناسایی ترکیبات شیمیایی اسانس

اسانس‌ها از ترکیباتی با وزن مولکولی پایین تشکیل شده‌اند و شیمی هر ترکیب اسانس تاثیر زیادی بر خصوصیات آن دارد. شرایط رشد و فصل برداشت گیاه روی بازده و محتوای اسانس تاثیر می‌گذارد (Tahlan, 2014). در مجموع ۵۰ ترکیب (۹۸/۲ درصد) در اسانس بذر گشنیز شناسایی شد. بیش‌ترین ترکیب تشکیل‌دهنده اسانس بذر گشنیز، لینالول بود که با نتایج تحقیق Kosar و همکاران (۲۰۰۵)، Salehi Sourmaghi و همکاران (۲۰۱۴) و امیدی میرزائی و همکاران (۱۳۹۹) مطابقت می‌کرد. میزان مونوترپن‌های اکسیژنه و مونوترپن‌های هیدروکربنه موجود در اسانس به ترتیب ۵۱/۹ درصد و ۱۰/۳ درصد مشاهده شد.

امیدی میرزائی و همکاران (۱۳۹۹) با کمک GC-MS به آنالیز ترکیبات شیمیایی اسانس بذر گشنیز پرداختند. گزارش آن‌ها حاکی از وجود ۷۶/۷۵ درصد لینالول در اسانس بذر گشنیز بود. در تحقیقی که Salehi Sourmaghi و همکاران (۲۰۱۴) در شناسایی ترکیبات بذر گشنیز انجام دادند، درصد لینالول موجود در اسانس بذر گشنیز را

۶۶/۲۹ درصد و میزان مونوترپن‌های اکسیژنه را ۷۰/۹۵ درصد گزارش کردند.

جدول ۳- ترکیبات شیمیایی اسانس بذر گشنیز

ردیف	ترکیب	زمان بازداری (دقیقه)	درصد
۱	cis-1-ethyl-3-methyl-Cyclopentane	۴/۰۹	۰/۸
۲	Octane	۴/۳۳	۶/۷
۳	3-Chlorohexane	۴/۴۰	۰/۱
٤	propyl-Cyclopentane	۴/۹۰	۰/۴
٥	ethyl-Cyclohexane	۴/۹۸	۰/۲
٦	2,5-dimethyl-Heptane	۵/۶۷	۰/۱
۷	Heptanal	۶/۵۰	۰/۲
۸	3-ethyl-2-methyl-Heptane	۶/۷۳	۰/۱
۹	β-Thujene	۷/۰۹	۰/۲
۱۰	α-Pinene	۷/۳۶	۶/۸
۱۱	Camphene	۷/۷۴	۰/۵
۱۲	5-methyl-Nonane	۷/۸۷	۰/۴
۱۳	3-methyl-Nonane	۸/۲۱	۰/۶
١٤	β-Phellandrene	۸/۳۵	۰/۷
١٥	β-Pinene	۸/۵۰	۱/۵
١٦	β-Myrcene	۸/۷۴	۰/۶
۱۷	Decane	۹/۰۷	۵
۱۸	Octanal	۹/۲۰	۰/۲
۱۹	3-Carene	۹/۳۲	۰/۲
۲۰	α-Terpinene	۹/۵۲	۰/۱
۲۱	M-Cymene	۹/۷۸	۱/۸
۲۲	D-Limonene	۹/۸۷	۰/۵
۲۳	Terpinolene	۱۰/۷۳	۷
٢٤	1-Octanol	۱۱/۴۱	۱
٢٥	Linalool	۱۱/۸۳	۴۹
٢٦	5-methyl-Undecane	۱۳/۱۱	۰/۱
۲۷	3-methyl-Undecane	۳۱/۵۱	۰/۱
۲۸	1-Nonanol	۱۳/۶۰	۰/۱
۲۹	Borneol	۱۳/۷۶	۰/۱
۳۰	Terpinen-4-ol	۱۳/۹۶	۰/۳
۳۱	butyl-Cyclohexane	۱۴/۱۰	۰/۲
۳۲	Dodecane	۱۴/۲۷	۱/۹
۳۳	Decanal	۱۴/۵۲	۱/۵
٣٤	Citronellol	۱۴/۹۷	۰/۵
٣٥	Geraniol	۱۵/۵۸	۱/۵
٣٦	(E)-2-Decenal	۱۵/۹۰	۰/۸

۳۷	2-butyl-,Cyclohexanol	۱۵/۹۶	۰/۱
۳۸	1-Decanol	۱۶/۰۵	۰/۳
۳۹	Estragole	۱۶/۵۲	۰/۲
٤٠	Undecanal	۱۶/۹۲	۰/۲
٤١	Myrtenyl acetate	۱۷/۳۲	۰/۱
٤٢	Citronellyl valerate	۱۷/۸۲	۰/۱
٤٣	2-Undecenal	۱۸/۲۴	۰/۱
٤٤	Geranyl acetate	۱۸/۵۳	۳
٤٥	Tetradecane	۱۸/۹۲	۰/۴
٤٦	Dodecanal	۱۹/۲۱	۰/۲
٤٧	Caryophyllene	۱۹/۵۵	۰/۲
٤٨	2-Dodecenal	۲۰/۵۰	۱/۳
٤٩	Hexadecane	۲۳/۰۸	۰/۱
٥٠	(E)-2-Tetradecenal	۲۴/۵۸	۰/۱
	Monoterpenes hydrocarbons		۱۰/۳
	Monoterpenes oxygenated		۵۱/۹
	Sesquiterpenes hydrocarbons		۰/۲
	Total		۹۸/۲

نتیجه‌گیری

مونوترپن‌های اکسیژنه (۵۱/۹ درصد) که در راس آن‌ها لینالول (۴۹ درصد) بود، بخش عمده اسانس بذر گشنیز را تشکیل می‌داد. اسانس‌هایی که درصد ترکیبات اکسیژنه بیش‌تری دارند از لحاظ ایجاد عطر، بوی قوی و همچنین از لحاظ قدرت ضدمیکروبی و آنتی‌اکسیدانی اهمیت بالاتری نسبت به سایر ترکیبات دارند، در نتیجه اسانس‌های با ارزش‌تری محسوب می‌شوند. تجزیه و تحلیل نتایج آزمون‌های میکروبی نشان داد، اسانس بذر گشنیز اثر معنی‌داری ($P<0.05$) علیه باکتری گرم مثبت مورد مطالعه داشت، به‌طوری‌که اسانس بذر گشنیز حتی در غلظت‌های پایین، رشد *استافیلوکوکوس اورئوس* را مهار کرده بود. این اسانس فعالیت آنتی‌اکسیدانی خوبی در پایداری اکسایشی روغن سویا داشت. اسانس بذر گشنیز به عنوان یک ترکیب آنتی‌اکسیدانی توانسته بود پایداری اکسایشی روغن سویا را در شرایط تشدید کننده اکسیداسیون افزایش دهد.

تشکر و قدردانی

نویسندگان مقاله بر خود لازم می‌دانند که از موسسه پژوهشی علوم و صنایع غذایی مشهد و کارخانه روغن نباتی سه‌گل خراسان، به دلیل مساعدت‌هایی جهت انجام این پژوهش صمیمانه تشکر و قدردانی نمایند.

منابع

امیدی میرزائی، م.، حجتی، م.، علیزاده بهبهانی، ب.، نوشاد، م. ۱۳۹۹. تعیین ترکیبات شیمیایی، ویژگی‌های ضداکسایشی و فعالیت ضدمیکروبی اسانس دانه گشنیز بر تعدادی میکروارگانیسم‌های بیماری‌زا. پژوهش‌های علوم وصنایع غذایی ایران، جلد ۱۶، شماره ۲، ۲۳۳-۲۲۱.

برومند، ع.، حامدی، م.، امام جمعه، ز.، رضوی، ه.، گلمکانی، م. ۱۳۸۷. بررسی خاصیت ضدمیکروبی اسانس بذرهای شوید و گشنیز بر روی *استافیلوکوکوس اورئوس* ،*اشریشیا کلی* ،*سالمونلا تیفی موریوم* با استفاده از آزمایش حساسیت رقت در محیط مایع. پژوهش‌های علوم و صنایع غذایی ایران، صفحات ۶۷-۵۹ .

Alizadeh Behbahania, B., Noshad, M. and Falah, F., 2019, Cumin essential oil: Phytochemical analysis, antimicrobial activity and investigation of its mechanism of action through scanning electron microscopy, *Microbial Pathogenesis*, 136, 1-6.

Alizadeh Behbahani B, Imani Fooladi AA., 2018, Development of a novel edible coating made by Balangu seed mucilage and Feverfew essential oil and investigation of its effect on the shelf life of beef slices during refrigerated storage through intelligent modeling. *Journal of food safety*, 38(3): 1-16.

Bajalan, I., Zand, M., Goodarzi, M. and Darabi, M., 2017, Antioxidant activity and total phenolic and flavonoid content of the extract and chemical composition of the essential oil of Eremostachys laciniata collected from Zagros, *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 7(2), 144-146.

Choi, C., Kim, S., Hwang, S., Choi, B., Ahn, H., Lee, M., Park, S. and Kim, S., 2002, Antioxidant activity and free radical scavenging capacity between Korean medicinal plants and flavonoids by assay-guided comparison, *Plant Science*, 163, 1161-1168.

Espina, L., Somolinos. M., Loran. S., Conchello, P., Garcia, D. and Pagan. R., 2011, Chemical composition of commercial citrus fruit essential oils and evaluation of their antimicrobial activity acting alone or in combined processes, *Food Control,* 22, 896-902.

Farhoosh, R., Tavakoli, J. and Haddad Khodaparast, M.H., 2008, Chemical Composition and Oxidative Stability of Kernel Oils from Two Current Subspecies of Pistacia atlantica in Iran, *Journal of the American Oil Chemists Society (AOCS)*, 85, 723-729.

Farahmandfar, R., Asnaashari, M., Pourshayegan, M., Maghsoudi, S. and Moniri, H., 2018, Evaluation of antioxidant properties of lemon verbena (*Lippia citriodora*) essential oil and its capacity in sunflower oil stabilization during storage time, *Food Science & Nutrition*, 6, 983-990.

Goldbeck, J.C., Novack Victoria, F., Motta, A., Savegnago, L., G. Jacob, R., Perin, G., Joao Lenardao, E. and Padilha da Silva, W., 2014, Bioactivity and morphological changes of bacterial cells after exposure to 3-(p-chlorophenyl)thio citronellal, *LWT - Food Science and Technology*, 59, 813-819.

Gonzalez-Marrugo, L.B., Granados-Liamas, E.A. and Granados-Conde, C., 2018, Extraction and Evaluation of the Antioxidant Properties of Coriander (Coriandrum sativum) Seed Essential Oil, *Contemporary Engineering Sciences*, 77, 3841-3848.

Ijaz Hussain, A., Anwar, F., Hussain Sherazi, S.T. and Przybylski, R., 2008, Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of basil (*Ocimum basilicum*) essential oils depends on seasonal variations, *Food Chemistry*, 108, 986_995.

Khalil, N., Ashour, M., Fikry, S., Naser Singab, A. and Salama, O., 2018, Chemical composition and antimicrobial activity of the essential oils of selected Apiaceous fruits.*Future Journal of Pharmaceutical Sciences* , 4, 88.92.

Kukic, J., Popovic, V., Petrovic, S., Mucaji, P., Ciric, A., Stojkovi, D. and Sokovic, M., 2008, Antioxidant and antimicrobial activity of *Cynara cardunculus* extracts, *Food Chemistry,* 107, 861–868.

Kosar, M., Ozek, T., Goger, V., Kurkcuoglu, M. and Can Baser, H., 2005, Comparison of Microwave-Assisted Hydrodistillation and Hydrodistillation Methods for the Analysis of Volatile Secondary Metabolites, *Pharmaceutical Biology*, 43, 491–495.

Karakaya, S., Nehir El, S., Karagozlu, N., Sahin, S., Sumnu, G. and Bayramoglu, B., 2012, Microwave-assisted hydrodistillation of essential oil from rosemary, *Journal of Food Science and Technology*, 51, 1056-1065.

Laribi, B .,Kouki, K .,M'Hamdi, M and Bettaieb, T., 2015, Coriander (*Coriandrum Sativum* L.) and its bioactive constituents. *Fitoterapia* , 103, 9-26.

Li, B. and Webster, T.J., 2018, Bacteria Antibiotic Resistance: New Challenges and Opportunities for Implant-Associated Orthopaedic Infections, *J Orthop Res*, pp, 1-20.

Mandal,Sh. and Mandal, M., 2015, Criander (*Coriandrum sativum* L.) essential oil: Chemistry and biological activity. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 5(6), 421-428.

McFarland, J., 1907. The nephelometer: An instrument for estimating the number of bacteria in suspensions used for calculating the opsonic index and for vaccines. *Journal of the American Medical Association*, 49, 1176–1178.

Neffati, M., Sriti, J., Hamdaoui, G., Kchouk, M.E. and Marzouk. B., 2010. Salinity impact on fruit yield, essential oil composition and antioxidant activities of *Coriandrum sativum* fruit extracts. *Food Chemistry*, 124, 221-225.

Proestos, C., Boziaris, I.S., Nychas, G.E. and Komaitis, M., 2006, Analysis of flavonoids and phenolic acids in Greek aromatic plants: Investigation of their antioxidant capacity and antimicrobial activity, *Food Chemistry*, 95, 664-671.

Rivera Calo, J., G. Crandall, P., A. O'Bryan, C. and C. Ricke, S., 2015, Essential Oils as Antimicrobials in Food Systems– A Review, *Food Control*, 54, 111-119.

Rezaie, M., Farhoosh, R., Sharif, A., Asili, J. and Iranshahi, M., 2015, Chemical composition, antioxidant and antibacterial properties of Bene (*Pistacia atlantica subsp. mutica*) hull essential oil, *Association of Food Scientists & Technologists*.

Salehi Sourmaghi, M.H., Kiaee, G., Golfakhrabadi, F., Jamalifar, H. and Khanavi, M., 2014, Comparison of essential oil composition and antimicrobial activity of Coriandrum sativum L. extracted by hydrodistillation and microwave-assisted hydrodistillation. *Journal of Food Science and Technology*, 52, 2452-2457.

Shahidi, F. and Zhong, Y., 2005, Lipid Oxidation: Measurement Methods, Bailey's Industrial Oil and Fat Products, 6th Ed., Six Volume Set. *Memorial University of Newfoundland, Canada*.

Sadeghi, E., Mahtabani, A., Etminan, A. and Karami, F., 2015, Stabilization of soybean oil during accelerated storage by essential oil of ferulago angulata boiss, *Association of Food Scientists & Technologists*.

T.Peana, A. and D.L.Moretti, M., 2008, Linalool in essential plant oils:pharmacological effects. *Botanical medicine in clinical practices*, pp. 716-724.

Tohidi, B., Rahimmalek, M. and Arzani, A., 2017, Essential oil composition, total phenolic, flavonoid contents, and antioxidant activity of Thymus species collected from different regions of Iran, *Food Chemistry*, 220, 153-161.

Tahlan, V., 2014, Antimicrobial Activity Of Essential Oil Emulsions And Possible Synergistic Effect On Food Borne Pathogens, *Wayne State University Theses*, pp, 1-64.

Wangensteen, H., Berit Samuelsen, A. and Egil Malterud, K., 2004, Antioxidant activity in extracts from coriander, *Food Chemistry*, 88: 293-297.

Yagci, S., Yagci, E. and Gogus, F., 2012, Antioxidative Effect of *Thymbra spicata* on Oxidative Stability of Palm and Corn Oils, *International Journal of Food Properties*, 15, 656-664.

Zare Zardini,H .,Tolueinia ,B .,Momeni, Z.,Hasani, Z. and Hasani, M., 2012, Analysis of antibacterial and antifungal activity of crude extracts from seeds of *Coriandrum sativum* L. *Gomal journal of medical sciences*, 10, 161-167.

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 17, No. 5, Dec- Jan 2021, p. 863-873

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد ۱۷، شماره ۵، آذر- دی ۱۴۰۰، ص.۸۷۳ -۸۶۳

Evaluation of antibacterial and antioxidant properties of Coriander seed essential oil and investigation of oxidative stability of soybean oil containing Coriander essential oil

N. Ghazanfari[1], S. A. Mortazavi[2], F. Tabatabaei Yazdi[2], M. Mohammadi[3*]

Received: 2020.08.26
Accepted: 2020.09.09

Introduction: One of the most important challenges facing medical science is infectious diseases and poisoning, which in turn increases the production and consumption of new and common antibiotics. With theover use of common antibiotics, we are witnessing the spread of antibiotic-resistant microbial species, which makes the treatment of infectious diseases long and costly. Natural compounds of plant origin (essential oils and extracts) have been used to kill or at least prevent the growth of pathogenic microorganisms. These compounds, which are naturally present in plant tissues, are probably produced as part of their defense mechanisms against microbial invasion. Plant-based antimicrobials have therapeutic potential and are not only effective in treating infectious diseases, but also reduce the large number of side effects that are often associated with synthetic antimicrobials. Essential oils are complex mixtures of volatile, aromatic, low molecular weight and hydrophobic compounds present in various parts of aromatic plants, including leaves, flowers, seeds, sprouts and shoots. Among these plants, we can mention the coriander plant. Coriander (*Coriandrum sativum* L.) is an annual, herbaceous, aromatic plant belonging to the Apiaceae family. Coriander has a long history of nutritional and therapeutic use. This plant is a rich source of aromatic compounds and essential oils that have antibacterial, antifungal and antioxidant effects and is used in the preparation of various foods as a spice.

Materials and Methods: The tested coriander seeds were obtained from Khorasan Razavi province, Mashhad city. Antioxidant-free soybean oil was obtained from the Seh Gol Khorasan vegetable oil factory. Total phenolic content (TPC), Radical scavenging ability (DPPH assay), Oxidative stability index (OSI), Peroxide value (PV), Minimum inhibitory concentration (MIC) and Minimum bactericidal concentration (MBC) of essential oil were measured on a number of bacteria causing infection and food poisoning. The compositions of essential oils were identified by Gas Chromatography-Mass Spectrometry (GC-MS).

Results and Discussion: Most of the constituents of coriander seed essential oil were oxygen monoterpene compounds. Essential oils that have a higher percentage of oxygenated compounds are more important than other compounds in terms of aroma, strong odor, as well as antimicrobial and antioxidant power, so they are considered more valuable essential oils. Analysis of microbial test results showed that coriander seed essential oil had a relatively strong and good effect against the studied Gram-positive bacteria, so that the essential oil inhibited the growth of *Staphylococcus aureus* even at low concentrations. This essential oil had good antioxidant activity in the thermal stability of soybean oil. Coriander seed essential oil as an antioxidant compound was able to increase the oxidative stability of soybean oil under oxidative acceleration conditions. The results showed that total phenolic compounds were 0.161 mg GAE/100g, IC_{50} for essential oil was 30.981 mg/ml and thermal stability of soybean oil treated with coriander seed essential oil was 5.17 h. The results of microbial tests showed that Gram-positive bacteria was more sensitive to Coriander seed oil than Gram-negative bacteria. The most important constituents of coriander seed essential oil were Linalool (49%), Terpinolene (7%) and α-Pinene (6.8%).

Keywords: Coriander, Minimum Bactericidal Concentration, Radical scavenging ability, and Oil oxidative stability.

1 and 2. MSc and Professor, Department of Food Science and Technology, Faculty of agriculture, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
3. Department of Food Processing, Research Institute of Food Science and Technology (RIFST), Mashhad, Iran
(*Corresponding Author Email: mohamadi2003@gmail.com)